

РЕЦЕНЗІЯ

кандидата технічних наук, доцента,
завідувача кафедри “Експлуатації суднових енергетичних установок та
теплоенергетики”
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Личка Богдана Михайловича
на дисертаційну роботу Кузнецова Георгія Валерійовича на тему:
застосуванням теплоакumuлюючих систем»

в галузі знань 14 Електрична інженерія
за спеціальністю 144 Теплоенергетика

Структура та обсяг дисертації зумовлені логікою дослідження та повністю відповідають чинним вимогам законодавства. Робота складається зі вступу, п’яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, що містить 123 найменування, та додатків. Повний обсяг дисертації становить 207 сторінок, включаючи 46 рисунків і 30 таблиць.

Актуальність теми дослідження

У дисертаційній роботі розглянуто актуальне науково-прикладне завдання підвищення ефективності енергетичних установок надводних кораблів шляхом застосування теплоакumuлюючих систем з використанням різних джерел скидної теплоти. В умовах сучасного розвитку морського транспорту та посилення міжнародних вимог щодо енергоефективності, скорочення витрат палива і зменшення негативного впливу на навколишнє середовище впровадження технологій утилізації та акумуляції теплоти є одним із найбільш перспективних напрямів удосконалення суднових енергетичних установок. Разом із тим широке впровадження теплоакumuлюючих систем стримується недостатнім рівнем досліджень процесів комплексного використання скидної теплоти різного температурного потенціалу, відсутністю достатньо обґрунтованих підходів до вибору теплоакumuлюючих матеріалів та обмеженим обсягом експериментальних досліджень їх роботи у складі корабельних енергетичних установок. У зв'язку з цим представлене дисертаційне дослідження є актуальним, а отримані результати мають практичне значення для розвитку теплоакumuлюючих систем корабельних енергетичних установок.

Новизна представлених теоретичних та експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень, їх наукова обґрунтованість та відповідність темі дисертації.

Представлені у дисертаційній роботі результати досліджень характеризуються належним рівнем наукової новизни, є достатньо

обґрунтованими та повністю відповідають поставленій меті й завданням дослідження.

До найбільш вагомих результатів слід віднести обґрунтування послідовності визначення теплоакумуючих матеріалів на основі трьох інтегральних показників, що враховують їх теплофізичні властивості, конструктивні особливості теплоаккумулятора та експлуатаційні режими роботи надводних кораблів. Такий підхід дозволяє здійснювати комплексне оцінювання теплоакумуючих матеріалів залежно від умов експлуатації теплоакумуючої системи.

Практичний і науковий інтерес становлять результати досліджень щодо підвищення ефективності енергетичних установок надводних кораблів шляхом використання теплоакумуючих систем при утилізації скидної теплоти різного температурного потенціалу. Автором запропоновано комплекс техніко-економічних показників, який дозволяє оцінювати ефективність роботи теплоакумуючих систем з урахуванням теплофізичних властивостей матеріалів, умов експлуатації та складу споживачів теплоти.

Важливим результатом роботи є експериментальне підтвердження працездатності запропонованих технічних рішень на моделі шумоглушника-теплоаккумулятора з однією капсулою, що містить 3 кг манітолу. Встановлені характеристики процесу заряджання при масових витратах відпрацьованих газів 0,11–0,16 кг/с, температурі 440–650 К та тривалості циклу до 30 хв, а також скорочення часу заряджання до 20 хв на наступних циклах свідчать про практичну реалізованість запропонованих рішень.

Позитивної оцінки заслуговують удосконалений метод прогнозування процесів комплексної акумуляції теплоти різних джерел у гібридних теплоакумуючих системах та подальший розвиток підходу до багаторівневого моделювання корабельних енергетичних установок із використанням взаємопов'язаних моделей їх основних елементів.

У цілому представлені теоретичні та експериментальні результати є достатньо обґрунтованими, логічно взаємопов'язаними та свідчать про належний рівень наукової новизни дисертаційної роботи.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі базується на використанні фундаментальних законів термодинаміки, гідрогазодинаміки і тепломасообміну, системи балансових рівнянь збереження енергії і маси. Достовірність результатів розрахунків, отриманих за вдосконаленою математичною моделлю, забезпечена застосуванням сучасних розрахункових методів і засобів, адекватністю прийнятих припущень математичної моделі й реальних процесів утилізації та акумуляції з фазовим переходом, припустимою розбіжністю результатів розрахунків і експериментів, узгодженням з даними інших авторів, логікою отриманих

результатів, які не суперечать практиці проектування сучасних енергетичних установок надводних кораблів та суден.

Достовірність отриманих результатів забезпечується комплексним використанням сучасних методів теоретичних та експериментальних досліджень. У дисертаційній роботі розроблено математичну модель процесів утилізації, акумуляції та використання теплоти в теплоакumuлюючих системах, проведено числове моделювання робочих процесів із застосуванням тривимірних моделей та виконано експериментальні дослідження дослідного зразка шумоглушника-теплоакumuлятора. Адекватність запропонованих моделей підтверджена їх верифікацією та валідацією за експериментальними даними, а отримані результати узгоджуються з відомими науковими дослідженнями та сучасними підходами до проектування суднових енергетичних установок.

Особливу увагу здобувачем приділено дослідженню процесів утилізації, акумуляції та використання скидної теплоти різних джерел у складі теплоакumuлюючих систем енергетичних установок надводних кораблів. Розроблені математичні моделі, виконані тривимірні числові дослідження та проведені експериментальні випробування дослідного зразка шумоглушника-теплоакumuлятора дозволили комплексно оцінити вплив теплофізичних властивостей теплоакumuлюючих матеріалів, конструктивних параметрів теплоакumuляторів і режимів роботи енергетичних установок на ефективність процесів теплоакumuляції. Отримані результати дозволяють комплексно оцінити вплив теплофізичних властивостей теплоакumuлюючих матеріалів, конструктивних параметрів теплоакumuляторів та режимів роботи енергетичних установок на ефективність процесів теплоакumuляції. Результати дослідження можуть бути використані при проектуванні та впровадженні теплоакumuлюючих систем у складі енергетичних установок надводних кораблів різних класів.

Рівень виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності.

Поставлене у дисертаційній роботі науково-прикладне завдання виконано у повному обсязі. Отримані наукові результати характеризуються належним рівнем новизни, теоретичної обґрунтованості та практичної значущості, що підтверджує досягнення поставленої мети дослідження.

Наукове значення дисертаційної роботи полягає у розвитку теоретичних положень щодо процесів акумуляції, збереження та використання скидної теплоти в енергетичних установках надводних кораблів із застосуванням теплоакumuлюючих систем. Автором розширено наукові уявлення про теплотехнічні механізми фазового переходу в теплоакumuлюючих матеріалах, обґрунтовано вплив їх теплофізичних

властивостей на ефективність процесів теплоаккумуляції та запропоновано нові підходи до моделювання й оцінювання робочих процесів теплоакumuлюючих систем у різних експлуатаційних режимах суднових енергетичних установок.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні практичних рекомендацій щодо використання теплоакumuлюючих систем у складі енергетичних установок кораблів різних класів та суден. На основі проведених досліджень розроблено конструктивні схеми теплоакumuлюючих систем для головних двигунів потужністю від 1 до забезпечують ефективне використання скидної теплоти відповідно до експлуатаційних циклів суден і потреб енергетичної установки, корабельних систем та екіпажу. Розроблена математична модель процесів комплексної акумуляції теплоти різних джерел у гібридних теплоакumuлюючих системах дозволяє прогнозувати енергетичні характеристики сучасних суднових енергетичних установок та може бути використана під час їх проєктування й модернізації.

Достатність рівня оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності забезпечено достовірними науковими результатами, що отримані при математичному і фізичному моделюванні процесів утилізації та акумуляції теплоти, їх оприлюднення в повному обсягу в опублікованих статтях, тезах та доповідях на науково-технічних конференціях.

Повнота викладення основних результатів дослідження

Матеріали дисертаційного дослідження відображені у 16 наукових публікаціях, що повністю розкривають його зміст.

До основних публікацій належать 6 статей, опублікованих у фахових виданнях України категорії «Б», з них 3 статті виконано без співавторів.

Додаткові публікації здобувача оприлюднено у вигляді 10 тез доповідей на міжнародних конференціях, 4 з яких підготовлені одноосібно.

Основні результати дисертаційного дослідження були апробовані на міжнародних науково-технічних конференціях та отримали позитивну оцінку фахівців, зокрема: XIII–XVI Міжнародних науково-технічних конференціях «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» (Миколаїв, 2022–2025); 14 та 15 Міжнародних науково-технічних конференціях «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування» (Херсон, 2023 та 2024); V та VI Міжнародних науково-практичних морських конференціях кафедри СЕУ І ТЕ МРР&О-2024 та МРР&О-2025 Одеського національного морського університету (Одеса, 2024 та 2025); VIII Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасний стан та проблеми двигунобудування» (Миколаїв, 2024); XII Міжнародній науково-технічній конференції «Суднова енергетика: стан та проблеми»

(Миколаїв, 2025).

Дискусійні положення та зауваження щодо змісту дисертації

При розгляді сучасного стану та перспектив розвитку надводного морського флоту та його енергетичних установок не надано відповідної уваги гібридним установкам.

2. Потребує додаткових роз'яснень доцільність використання трьох мультиплікаційних критеріїв, а не одного при оптимізації визначення теплоакumuлюючого матеріалу для відповідної системи корабельної енергетичної установки.

3. В роботі представлено показники ефективності теплоакumuлюючих систем без розгляду впливу загального терміну експлуатації і відповідної кількості експлуатаційних циклів, що представляє інтерес з точки зору їх стабільності при впровадженні.

4. При представленні результатів експериментальних досліджень доцільно було проаналізувати їх збіжність та відтворюваність.

5. Більш детального роз'яснення потребують рекомендації щодо використання теплоакumuлюючих систем на різних класах кораблів.

Зазначені зауваження мають рекомендаційний характер, не впливають на достовірність отриманих результатів, не знижують наукової новизни та практичної цінності дисертаційної роботи і не змінюють загальної позитивної оцінки дисертації.

Загальний висновок та оцінка дисертації

З огляду на викладене, є всі підстави стверджувати, що дисертаційна робота «Підвищення ефективності енергетичних установок надводних кораблів застосуванням теплоакumuлюючих систем» є завершеною, цілісною та самостійно виконаною кваліфікаційною науковою працею, у якій розв'язано актуальне науково-прикладне завдання підвищення ефективності енергетичних установок надводних кораблів шляхом утилізації та акумуляції скидної теплоти із застосуванням теплоакumuлюючих систем.

Дисертаційна робота відзначається актуальністю тематики, достатнім рівнем наукової новизни, теоретичною та практичною значущістю отриманих результатів, належним рівнем їх обґрунтованості й достовірності. Основні положення, висновки та рекомендації є аргументованими, логічно взаємопов'язаними та підтверджені результатами математичного моделювання, експериментальних досліджень і практичного впровадження.

За своїм змістом, науковим рівнем, новизною та практичною цінністю дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня

ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року №44 (зі змінами), а її автор, Кузнецов Георгій Валерійович, заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 144 Теплоенергетика галузі знань 14 Електрична інженерія.

Кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри "Експлуатації
суднових енергетичних установок
та теплоенергетики"
Національного університету
кораблебудування
імені адмірала Макарова



Богдан ЛИЧКО